



УДК 595.34: 551.465.62

Е. С. Губарева, канд. биол. н., н. с., **Л. С. Светличный**, канд. биол. н., с. н. с.

Институт биологии южных морей им А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

СОЛЁНОСТНАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ КОПЕПОД *CALANIPEDA AQUAEDULCIS* И *ARCTODIAPTOMUS SALINUS* (CALANOIDA, COPEPODA)

Исследована солёностная толерантность копепод *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus*, собранных в солёных водоёмах Восточного Крыма. Диапазон толерантности *C. aquaedulcis*, в пределах которого вид сохраняет генеративную активность, составляет 0 – 50 ‰, однако до 20 % особей в течение 40 сут могут выживать и при более высокой солёности – 60 ‰. У *A. salinus* выявлен более узкий толерантный диапазон (0 – 40 ‰). Более 50 % *C. aquaedulcis* способны переносить ступенчатое изменение солёности на 30 ‰ в течение 8 ч, тогда как соответствующее изменение солёности для *A. salinus* не превышает 20 ‰.

Ключевые слова: *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, солёностная толерантность

Устойчивое функционирование прибрежных и эстуарных экосистем основано на адаптации видов к флюктуациям физико-химических параметров среды. Среди них солёность является одним из ключевых факторов, определяющих показатели жизнедеятельности водных беспозвоночных [6, 8, 25].

Эвригалинная копепода *Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, 1873 встречается как в распреснённых Азовском [22] и Каспийском [3] морях, так и в лиманах и эстуариях морей Средиземноморского бассейна [10, 32]. В Севастопольской бухте этот вид в настоящее время считается редким, хотя в конце 1970-х – начале 1980-х гг. достигал высокой численности [2, 5]. Галофил *Arctodiaptomus salinus* Daday 1885 – типичный обитатель водоёмов с изменчивым солёностным режимом: предустьевых участков моря, лиманов и лагун, солёных континентальных озёр Средиземноморского региона [24, 28, 37]; в Крыму отмечен на Керченском п-ове [9]. Аккумулятивный в теле арктодиаптомусов атаксантин способствует повышению устойчивости организма в условиях избыточной инсоляции [18].

В период размножения обитатели постоянных водоёмов *C. aquaedulcis* вымётывают только субитанные яйца [3], тогда как самки *A. salinus* способны образовывать покоящиеся яйца, благодаря чему могут выживать во временно пересыхающих водоёмах [21, 24].

Особенности экологии *C. aquaedulcis* и *A. salinus* (обитание в нестабильных внутренних водоёмах, распреснённых Азовском и Каспийском морях, гиперсолёных водах Адриатики) предполагают их высокую устойчивость к изменению солёности, что позволяет использовать эти виды в качестве модельных объектов эколого-физиологических исследований. Однако диапазоны солёностной толерантности *C. aquaedulcis* и *A. salinus* до настоящего времени детально не исследовались.

Цель данной работы – исследовать влияние кратковременного изменения солёности на выживаемость самцов и самок копепод *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus*, выращенных в морской (18 ‰) и пресной (0.2 ‰) воде, и определить видоспецифичные диапазоны солёностной толерантности в хронических экспериментах.

Материал и методы. *C. aquaedulcis* и *A. salinus* собраны в неглубоких водоёмах с различной солёностью, расположенных на Керченском п-ове (Восточный Крым) в июне – августе 2007 г. Оба вида копепод и по настоящее время успешно культивируются в отделе марикультуры ИнБИОМ в качестве корма для личинок рыб при постоянной солёности черноморской воды (18 – 20 ‰).

Лабораторные эксперименты с указанными видами копепод, любезно предоставленными нам к.б.н. А. Н. Ханайченко, проведены в марте – июне

2010 и сентябре 2010 – январе 2011 гг. при температуре воды 20 – 23°C на самцах и самках *C. aquaedulcis* и *A. salinus*, выращенных в морской воде (18 ‰) и акклиматизированных в течение 3 мес. к пресной воде (0.2 ‰). В качестве корма для копепод, культивируемых при высоких и низких величинах солёности, были использованы морские водоросли *Dunaliella tertiolecta*, *Monochrysis lutheri*, *Prorocentrum micans* и пресноводные *Haemotococcus pluvialis* соответственно.

Для исследования диапазона солёностной толерантности *C. aquaedulcis* и *A. salinus* 20 – 30 особей каждого вида помещали в сосуды объёмом 100 мл с морской (18 ‰) и пресной (0.2 ‰) водой и подвергали ступенчатой акклимации к пониженной или повышенной солёности со скоростью 1 – 4 ‰ в

час в течение 6 – 8 ч, что соответствует приливно-отливным режимам изменения солёности в эстуариях Средиземноморского региона [14, 34] и скорости восстановления водно-солевого баланса при осмотическом стрессе у копепод [16].

В экспериментах использованы следующие режимы изменения солёности (рис. 1): 1 – непрерывное повышение солёности от 18 до 30, 35 и 40 ‰ и последующее повышение солёности до 50 – 70 ‰ после 5 – 20 сут экспозиции при промежуточной солёности; 2 – непрерывное понижение солёности от 18 до 1 ‰, экспозиция (6 – 7 сут) при этой солёности и последующее понижение солёности до 0.2 ‰ (пресная вода); 3 – непрерывное повышение солёности от 0.2 до 6, 14, 18, 22, 30 и 40 ‰ после длительной (3 мес.) экспозиции при 0.2 ‰.

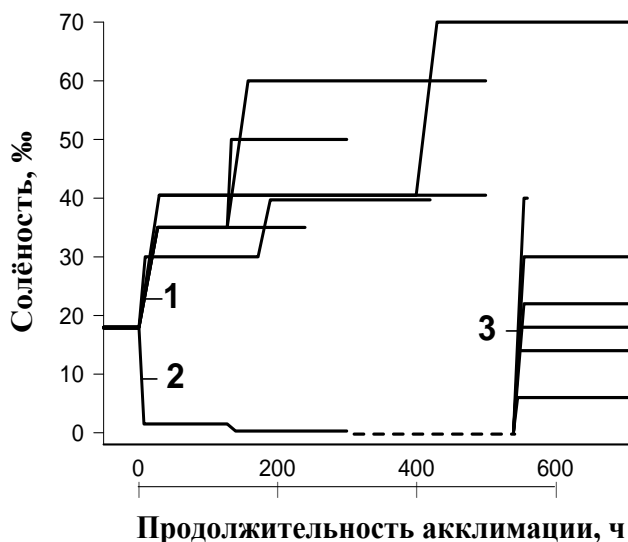


Рис 1 Экспериментальные режимы солёностной акклимации *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus*:

1 – повышение солёности от 18 до 30, 35, 40, 50, 60 и 70 ‰; 2 – понижение солёности от 18 до 1 и 0.2 ‰; 3 – повышение солёности от 0.2 до 6, 14, 18, 22, 30 и 40 ‰. Пунктирной линией отмечена длительная экспозиция (3 мес.) при 0.2 ‰

Fig 1 Experimental regimes of salinity acclimation of *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus*: 1 – salinity increase from 18 to 30, 35, 40, 50, 60 and 70 ‰; 2 – salinity decrease from 18 to 1 and 0.2 ‰; 3 – salinity increase from 0.2 to 6, 14, 18, 22, 30 and 40 ‰. Dotted line shows long-term exposure (3 months) at 0.2 ‰

После каждого изменения солёности регистрировали количество живых (активно плавающих) и мёртвых особей. Эксперименты с особями каждого вида проводились в трёх повторностях. Морскую воду с пониженной или повышенной солёностью получали, разбавляя черноморскую воду (18 ‰) дистиллированной водой или добавляя искусственную морскую соль. Солёностную толерантность *C. aquaedulcis* и *A. salinus* оценивали по уровню 50 % смертности особей в период с 5 по 10 сут опыта, в соответствии, во-первых, с принятыми методиками токсикологических экспериментов [32] и аналогичных исследований солёностных адаптаций копепод [7, 12, 19], а во-вторых, в связи с тем, что процесс солёностной акклимации у ракообразных завершается обычно не ранее, чем через 3 сут

[23, 25], тогда как спустя 10 сут результаты могут искажаться артефактами эксперимента. Солёность морской воды определяли при помощи кондуктометра HACH «SensIon 5» и солемера «pIONeer 65». Результаты статистической обработки представлены в виде средних величин и их стандартных отклонений ($M \pm SD$).

Результаты. Самцы и самки *C. aquaedulcis*, выращенные в черноморской воде, оказались устойчивыми к ступенчатому повышению солёности от 18 до 35 ‰ (рис. 2 А) и понижению солёности от 18 до 1 ‰ (рис. 2 Г). В этих экспериментах на протяжении 10 – 16 сут после изменения солёности смертность не превышала 50 % уровень.

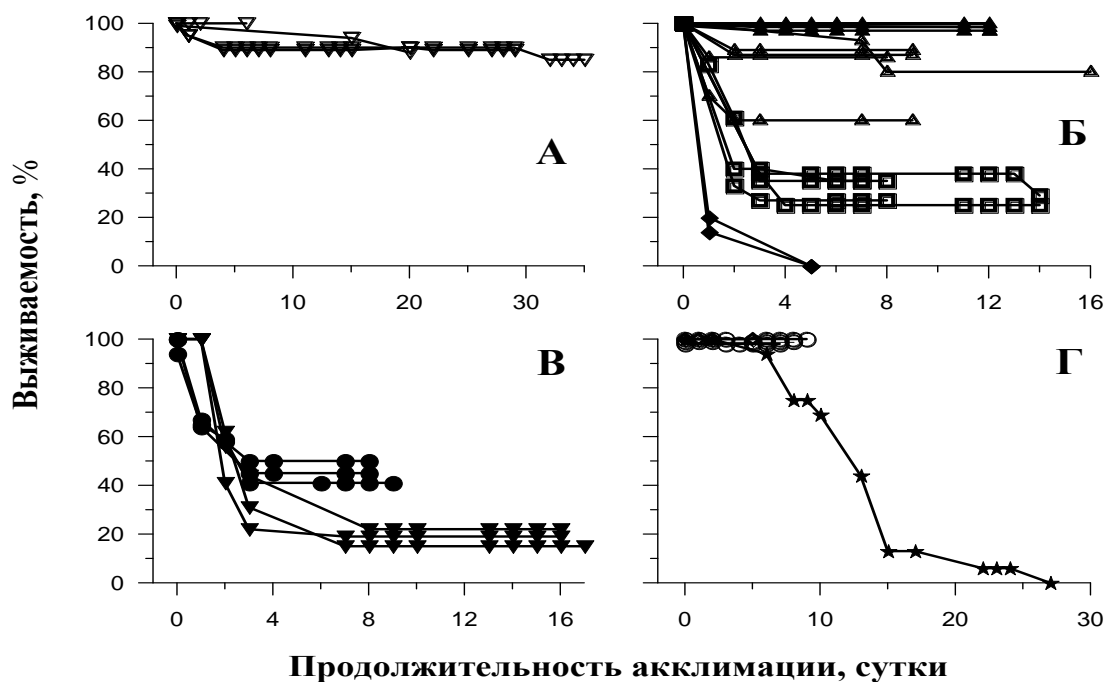


Рис 3 Выживаемость *Arctodiaptomus salinus* после ступенчатого изменения солёности.

А – понижение солёности от 18 до 1 ‰;

Б – повышение солёности в диапазонах 0,2 – 6 ‰ (▲), 0,2 – 14 ‰ (△), 0,2 – 18 ‰ (□), 0,2 – 22 ‰ (◆);

В – повышение солёности в диапазонах 18 – 35 ‰ (●), 18 – 40 ‰ (▼);

Г – повышение солёности в диапазонах 30 – 40 ‰ (○), 37 – 50 ‰ (◇), 40 – 70 ‰ (★)

Fig 3 Survival of *Arctodiaptomus salinus* after gradual salinity changing.

А – salinity decrease from 18 to 1 ‰;

Б – salinity increase from 0.2 to 6 ‰ (▲), from 0.2 to 14 ‰ (△), from 0.2 to 18 ‰ (□), from 0.2 to 22 ‰ (◆);

В – salinity increase from 18 to 35 ‰ (●), from 18 to 40 ‰ (▼);

Г – salinity increase from 30 to 40 ‰ (○), from 37 to 50 ‰ (◇), from 40 to 70 ‰ (★)

Отметим, что самки обоих видов, содержащиеся при солёности выше 50 ‰, не откладывали яйца, а у помещённых в опыты самок с яйцевыми мешками науплиусы из яиц не выходили.

Обсуждение. *C. aquaedulcis* и *A. salinus* – представители двух таксономически и экологически близких семейств: Pseudodiaptomidae – обитателей устьев рек, лагун и неритической зоны морей, и Diaptomidae, приспособленных к обитанию во внутренних водоёмах с солёностью, варьирующей в широких пределах [17].

Несмотря на то, что *C. aquaedulcis* широко распространена в прибрежных зонах Средиземноморского бассейна, данных о солёностной толерантности этого вида очень мало. Известно, что в прибрежных заболоченных озёрах северной Африки *C. aquaedulcis* обитает

при солёности 7 – 35 ‰ [33]. В Аральском море вид исчез при солёности 57 ‰ [1].

A. salinus обитает в гиперсолёных озёрах Крыма в основном при 25 – 40 ‰, но может выдерживать и более высокие значения солёности [9]. В озёрах Западной Сибири *A. salinus* успешно развивается при минерализации 30 – 40 г л⁻¹, но не встречается при минерализации выше 72 г л⁻¹ [4]. В озёрах Хакассии *A. salinus* совершает суточные вертикальные миграции в градиенте солёности, составляющем 14.4 – 40 г л⁻¹ [39]. В марокканском озере Зима оптимальный солёностный диапазон этого вида составил 15 – 30 ‰ [36].

Подобный тип осмотических отношений со средой характерен для эвригаллиных морских организмов с диапазоном солёностной толерантности 8 – 40 ‰ [8]. По мнению этих

авторов [8], солёность 5 – 8 ‰ является критической, ниже которой преобладают пресноводные виды.

Однако в наших экспериментах *C. aquaedulcis* и *A. salinus*, выращенные при постоянной солёности 18 ‰, выдерживали ступенчатое понижение солёности до 0.1 – 0.2 ‰ и ступенчатое повышение солёности до 50 – 60 ‰. Согласно [8], такой тип солёностной толерантности отличает эвригалинных осморегуляторов – амфиосмотиков пресноводного происхождения. Тем не менее, по [17], копеподы семейства Pseudodiaptomidae, к которым относится *C. aquaedulcis*, имеют морское происхождение и представляют промежуточную стадию адаптации к пресноводному образу жизни, тогда как Diaptomidae в большей степени приспособлены к обитанию в пресной воде.

Наши наблюдения показали, что поведение *C. aquaedulcis* и *A. salinus* в пресной воде было таким же, как и в черноморской. Они активно питались пресноводными водорослями *Haemotococcus pluvialis* и откладывали яйца, из которых вылуплялись жизнеспособные науплиусы. Культуры этих видов нам удалось содержать в пресной воде в течение 4 мес., на протяжении которых сменилось несколько генераций копепод. Диапазоны солёностной толерантности пресноводных генераций, оцененные по уровню 50 % смертности, составили 0 – 15 ‰ у *A. salinus* и 0 – 30 ‰ у *C. aquaedulcis*, тогда как у выросших при 18 ‰ (черноморская вода) особей обоих видов границы толерантных диапазонов сдвинуты в сторону более высоких значений – до 30 и 50 ‰ соответственно (рис. 4).

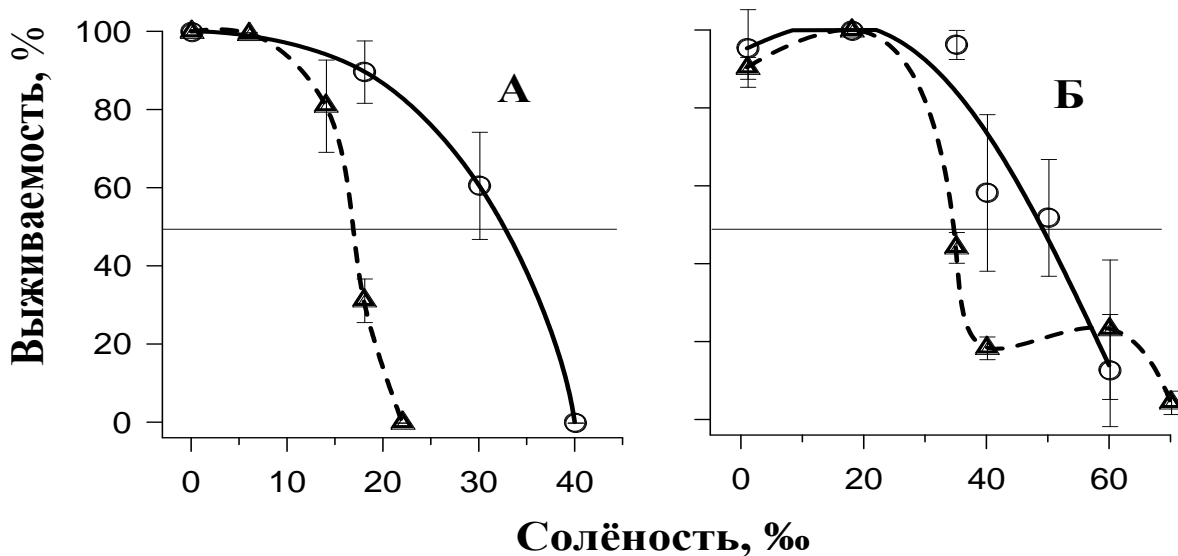


Рис 4 Выживаемость *Calanipeda aquaedulcis* (O) и *Arctodiaptomus salinus* (Δ), выращенных в пресной (0.2 ‰, А) и морской воде (18 ‰, Б), на 5 – 10-е сутки после ступенчатой солёностной акклимации. Горизонтальной линией обозначен уровень 50 % смертности

Fig 4 Survival of *Calanipeda aquaedulcis* (O) and *Arctodiaptomus salinus* (Δ) reared at 0.2 ‰ (A) and 18 ‰ (B) in 5 – 10 days after gradual salinity acclimation. Horizontal line shows the 50 % mortality level

Расширение диапазона толерантности после солёностной акклимации отмечено у *Acartia bifilosa* [23] и *Eurytemora affinis* [25]. Достижимые в результате ступенчатой акклимации границы солёностной толерантности позволяют очертить пределы нормы реакции вида по отношению к фактору среды [7]. Хотя

копеподы, акклимированные в наших опытах к 35 – 40 ‰, выдерживали повышение солёности до 70 ‰ (*A. salinus*) и 60 ‰ (*C. aquaedulcis*), количество выживших особей исследованных видов резко снижалось после 10 сут. экспозиции в гиперсолёной воде.

По [36], изменение солёности от 10 до 35 ‰ приводило к почти пятикратному снижению репродуктивного потенциала *A. salinus* из марокканского озера Зима. Мы не наблюдали появления науплиусов у самок *A. salinus* и *C. aquaedulcis* с яйцевыми мешками в воде с солёностью, превышающей 50 ‰. Обычно вылупление науплиусов у копепод происходит за счёт разрыва внешней мембраны яйца в результате повышения внутреннего осмотического давления благодаря активному всасыванию воды [29], что при высокой солёности, по видимому, оказывается невозможным для *A. salinus* и *C. aquaedulcis*. Так, вылупляемость науплиусов *Eurytemora affinis* из пресноводного озера Мичиган резко снижалась при повышении солёности от 5 до 25 ‰ [26]. В экспериментах с *Pseudodiaptomus annandalei* из лагуны залива Вукан повышение солёности от 22 до 35 ‰ препятствовало успешному развитию яиц в яйцевых мешках самок, выходу науплиусов и их выживаемости [12].

Таким образом, у *C. aquaedulcis* диапазон солёностной толерантности, составивший 0 – 50 ‰, оказался шире, чем у *A. salinus* (наши наблюдения) и эстуарной каланоидной копеподы *Eurytemora affinis*, обитающей при солёности 0 – 40 ‰ [26]. Изменение солёности на 30 ‰ в течение 8 ч, выдерживаемое *C. aquaedulcis*, также оказалось большим, чем у *A. salinus* и многих других солоноватоводных копепод. Так, *Pseudodiaptomus annandalei* из лагуны залива Вукан переживали ступенчатое повышение солёности от 22 до 35 ‰ и понижение солёности от 22 до 5 ‰ [12]. В эксперименте *Acartia tonsa* благополучно переносила повышение солёности на 20 ‰ [20, 38], а *Eurytemora affinis* выживала при понижении солёности на 15 ‰ [25].

Исключительный адаптивный потенциал *C. aquaedulcis* можно сопоставить с устойчивостью к солёностному фактору литоральных Naupacticoidea из родов *Tigriopus*, *Tachidius* и *Tisbe*, сохраняющих активность в пределах 0 – 60 ‰ [15]. Широкий толерантный диапазон у

гарпактицид обусловлен способностью поддерживать постоянную осмотическую концентрацию жидкостей тела [16, 30]. В отличие от этих видов, для *C. aquaedulcis* и *A. salinus* нами установлена прямая зависимость средней плотности тела от плотности воды (неопубл. данные), соответствующая одинаковому изменению солёности внутритрлостной жидкости и солёности окружающей воды. Это свидетельствует о осмоконформности исследованных видов во всём диапазоне солёностной толерантности.

Заключение. На основании полученных данных можно заключить, что *C. aquaedulcis* и *A. salinus* являются широкоэвригалинными осмоконформерами, способными успешно развиваться как в пресных, так и гиперсолёных водоемах. Диапазон солёностной толерантности *C. aquaedulcis*, в пределах которого вид сохраняет генеративную активность, составляет 0 – 50 ‰, тогда как до 20 ‰ взрослых особей способны в течение длительного периода (до 40 сут) выживать при солёности 60 ‰. У *A. salinus* толерантный диапазон более узкий (0 – 40 ‰) и, соответственно, меньше изменение солёности, которое рачки могут выдерживать при циркадианных ритмах изменения параметров среды (например, приливно-отливных ритмах). Более 50 ‰ *C. aquaedulcis* способны переносить ступенчатое изменение солёности на 30 ‰ в течение 8 ч, тогда как соответствующее изменение солёности для *A. salinus* не превышает 20 ‰. Тем не менее, оба вида легко адаптируются к пресноводному образу жизни. Это обстоятельство делает их исключительно удобными для лабораторного разведения, так как позволяет очищать монокультуры ракообразных, факультативно заселяемые другими морскими организмами – пищевыми конкурентами копепод (например, коловратками), путём периодического понижения солёности.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность к.б.н. А. Н. Ханайченко за предоставленные культуры копепод.

1. Аладин Н. В., Плотноков И. С. Современная фауна остаточных водоёмов, образовавшихся на месте бывшего Аральского моря // Тр. ЗИН РАН. – 2008. – **312**, № 1/2. – С. 145 – 154.
2. Беляева Н. В., Загородняя Ю. А. Зоопланктон Севастопольской бухты в 1981 – 1983 гг. // Экология моря. – 1988. – Вып. 29. – С. 77 – 94.
3. Гарбер Б. И. Наблюдения за развитием и размножением *Calanipeda aquae dulcis* Krtsch. (Copepoda, Calanoida) // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1951. – Вып. 11. – С. 3 – 55.
4. Ермолаева Н. И. Особенности распределения зоопланктона в озёрах различной минерализации Барабинско-Кулундинской озёрной провинции (юг Западной Сибири) // Экология водных беспозвоночных: Мат. Междунар. конф., посв. 100-летию со дня рожд. Ф. Д. Мордухай-Болтовского (Борок, 30 октября – 2 ноября 2010 г.) – Борок, ИБВВ РАН, 2010. – С. 90 – 92.
5. Загородняя Ю. А., Павловская Т. В., Морякова В. К. Современное состояние зоопланктона у берегов Крыма / Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 49 – 83.
6. Карандеева О. Г. Процессы, обеспечивающие осморегуляцию у водных беспозвоночных / Физиология морских животных. – М.: Наука, 1966. – С. 176 – 232.
7. Хлебович В. В. Аклимация животных организмов. – Л.: Наука, 1981. – 136 с.
8. Хлебович В. В., Аладин Н. В. Фактор солёности в жизни животных // Вест. РАН. – 2010. – **80**, № 5 – 6. – С. 527 – 532.
9. Шадрин Н. В., Батогова Е. А., Конейка А. В. *Arctodiaptomus salinus* (Daday 1885) (Copepoda, Diaptomidae), редкий в северо-западной части Чёрного моря вид, обычен в прибрежных водах Крыма // Морск. экол. ж. – 2008. – **7**, 2. – С. 86.
10. Alfonso G., Belmonte G. Calanoida (Crustacea Copepoda) from the inland waters of Apulia (southeastern Italy) // J. Limn. – 2011. – **70**, 1. – P. 57 – 68.
11. Beyrend-Dur D., Souissi S., Devreker D., Winkler G., Hwang J. Life cycle traits of two transatlantic populations of *Eurytemora affinis* (Copepoda: Calanoida): salinity effects // J. Plankt. Res. – **31**, 7. – P. 713 – 728.
12. Chen Q., Sheng J., Lin Q., Gao Y., Lv J. Effect of salinity on reproduction and survival of the copepod *Pseudodiaptomus annandalei* Sewell, 1919 // Aquaculture. – 2006. – **258**. – P. 575 – 582.
13. Davis C. C. Osmotic hatching in the eggs of some fresh-water copepods // Biol. Bull. – 1959. – **116**, 1. – P.15 – 29.
14. Devreker D., Souissi S., Molinero J. C., Nkubito F. Trade-offs of the copepod *Eurytemora affinis* in mega-tidal estuaries: insights from high frequency sampling in the Seine estuary // J. Plankt. Res. – 2008. – **30**, 12. – P. 1329 – 1342.
15. Finney C. M. Salinity stress in harpacticoid copepods // Estuaries. – 1979. – **2**, 2. – P. 132 – 135.
16. Goolish E. M., Burton R. S. Energetics of osmoregulation in an intertidal copepod: effects of anoxia and lipid reserves on the pattern of free amino acid accumulation // Funct. Ecol. – 1989. – **3**. – P. 81 – 89.
17. Grindley J. R. The zoogeography of the Pseudodiaptomidae // Crustaceana. – 1984. - Supplement (7). – P. 217 – 228.
18. Hairston N. G. Jr. Photoprotection by carotenoid pigments in the copepod *Diaptomus* // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. – 1976. – **73**, 3. – P. 971 – 974.
19. Hopper A. F. The resistance of marine zooplankton of the Caribbean and South Atlantic to changes in salinity // Limnol. Oceanogr. – 1960. – **5**, 1. – P. 43 – 47.
20. Hubareva E. S., Svetlichny L. S., Kideys A. E., Isinibilir M. Fate of the Black Sea *Acartia clausi* and *Acartia tonsa* (Copepoda) penetrating into the Marmara Sea through the Bosphorus // Estuar. Coast. Shelf Sci. – 2008. – **76**. – P. 131 – 140.
21. Jiménez-Melero R., Parra G., Souissi S., Guerrero F. Post-embryonic developmental plasticity of *Arctodiaptomus salinus* (Copepoda: Calanoida) at different temperatures // J. Plankt. Res. – 2007. – **29**, 6. – P. 553 – 567.
22. Kovalev A. V., Mazzocchi M. G., Kideys A. E., Skryabin V. A. Neritization of the plankton fauna in the Mediterranean basin // Mar. Ecol. J. – 2006. – **1**. – P 5 – 15.
23. Lance J. The salinity tolerance of some estuarine planktonic copepods // Limnol. Oceanogr. – 1963. - **8**, 4. – P. 440 – 449.
24. Lapesa S., Snell T.W., Fields D.M., Serra M. Selective feeding of *Arctodiaptomus salinus* (Copepoda, Calanoida) on co-occurring sibling rotifer species // Freshwater Biology. - 2004. – **49**. – P. 1053 – 1061.
25. Lee C. E., Petersen C. H. Effects of developmental acclimation on adult salinity tolerance in the freshwater-invading copepod *Eurytemora affinis* // Physiological and Biochemical Zoology. – 2003. – **76**, 3. – P. 296 – 301.
26. Lee C. E., Remfert J. L., Chang Y. Response to selection and evolvability of invasive populations. // Genetica. – 2007. – **129**. – P. 179 – 192.
27. Lee C. E., Remfert J. L., Gelembiuk G. W. Evolution of physiological tolerance and performance during freshwater invasions // Integr. Comp. Biol. – 2003. – **43**. – P. 439 – 449.

28. Marrone F., Castelli G., Barone R., Naselli-Flores L. Ecology and distribution of calanoid copepods in Sicilian inland waters (Italy) // Verh. Internat. Verein. Limnol. – 2006. – **29**. – P. 2150 – 2156.
29. Marshall S. M., Orr A. P. The biology of a marine copepod. – New York: Springer-Verlag, 1972. – 195 pp.
30. McAllen R., Taylor A. The effect of salinity change on the oxygen consumption and swimming activity of the high-shore rockpool copepod *Tigriopus brevicornis* // J. Exper. Mar. Biol. Ecol. – 2001. – **263**. – P. 227 – 240.
31. Nielsen P., Larsen L. H., Ramløv H., Hansen B. W. Respiration rates of subitaneous eggs from a marine calanoid copepod: monitored by nanorespirometry // J. Comp. Physiol. B. – 2007. – **177**, 3. – P. 287 – 296.
32. Parra G., Jiménez-Melero R., Guerrero F. Agricultural impacts on Mediterranean wetlands: the effect of pesticides on survival and hatching rates in copepods // Ann. Limnol. - Int. J. Lim. – 2005. – **41**, 3. – P. 161 – 167.
33. Ramdani M., Elkhiaiti N., Flower R. J. et al. Open water zooplankton communities in North African wetland lakes: the CASSARINA Project // Aquatic Ecology. – 2001. – **35**. – P. 319 – 333.
34. Roddie B. D., Leahey R. J. G., Berry A. J. Salinity-temperature tolerance and osmoregulation in *Eurytemora affinis* (Pope) (Copepoda : Calanoida) in relation to its distribution in the zooplankton of the upper reaches of the Forth estuary // J. Exper. Mar. Biol. Ecol. – 1984. – **79**, 2. – P. 191 – 211.
35. Rokneddine A. The influence of salinity and temperature on the reproduction of *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) (Copepoda, Calanoida) in the temporary salt marsh, "La Sebkha Zima" (Morocco) // Crustaceana. – 2004. – **77**, 8. – P. 923 – 940.
36. Rokneddine A., Chentoufi M. Study of salinity and temperature tolerance limits regarding four crustacean species in a temporary salt water swamp (Lake Zima, Morocco) // Animal Biology. – 2004. – **54**, 3. – P. 237 – 253.
37. Samchyshyna L.V. Ecological characteristic of calanoids (Copepoda, Calanoida) of the inland waters of Ukraine // Vestnik zoologii. – 2008. – **42**, 2. – P. 123 – 128.
38. Servetto G., Gaudy R., Pagano M. Influence of salinity on the distribution of *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida) // J. Exper. Mar. Biol. Ecol. – 1999. – **239**. – P. 33 – 45.
39. Tolomeev A. P., Sushchik N. N., Gulati R. D., Makhutova O. N., Kalacheva G. S., Zotina T. A. Feeding spectra of *Arctodiaptomus salinus* (Calanoida, Copepoda) using fatty acid trophic markers in seston food in two salt lakes in South Siberia (Khakasia, Russia) // Aquat. Ecol. – 2010. – **44**. – P. 513 – 530.

Поступила 18 июля 2011 г.

Солонісна толерантність копепод *Calanipeda aquaedulcis* та *Arctodiaptomus salinus* (Calanoida, Copepoda). О. С. Губарєва, Л. С. Светлічний. Досліджена солонісна толерантність копепод *Calanipeda aquaedulcis* та *Arctodiaptomus salinus*, з солоних водоймищ Східного Криму. Діапазон толерантності *C. aquaedulcis*, в межах якого він зберігає генеративну активність, становить 0 – 50 ‰, проте приблизно 20 % рачків можуть виживати при солоності 60 ‰ протягом 40 діб. У *A. salinus* толерантний діапазон складає 0 – 40 ‰. Приблизно 50 % особин *C. aquaedulcis* здатні переносити поступову (на протязі 8 годин) зміну солоності на 30 ‰, тоді як відповідна зміна солоності у *A. salinus* становить 20 ‰.

Ключові слова: *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, солонісна толерантність

Salinity tolerance of copepods *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus* (Calanoida, Copepoda).

E. S. Hubareva, L. S. Svetlichny. Salinity tolerance of copepods *Calanipeda aquaedulcis* and *Arctodiaptomus salinus* collected from saline lakes of the Eastern Crimea has been studied. The main part of *C. aquaedulcis* females can reproduce within the salinity range of 0 – 50 ‰. About 20 % of adults of this species survive at 60 ‰ during 40 days. Salinity tolerance range of *A. salinus* amounts to 0 – 40 ‰. More than 50 % of *C. aquaedulcis* individuals are able to undergo 30 ‰ gradual salinity change during 8 h whilst *A. salinus* can tolerate only 20 ‰ salinity alteration.

Key words: *Calanipeda aquaedulcis*, *Arctodiaptomus salinus*, salinity tolerance